

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-232615

(43)Date of publication of application : 28.08.2001

(51)Int.Cl.

B28B 3/26

B01J 35/02

(21)Application number : 2000-046530

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 23.02.2000

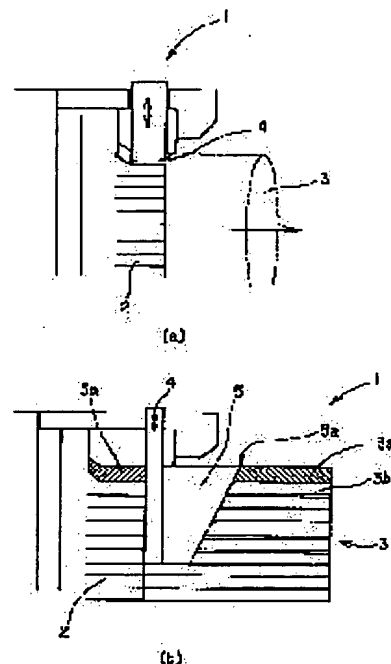
(72)Inventor : HIDAKA YOSHIHIKO
TAKAGI TETSUJI

(54) METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING HONEYCOMB STRUCTURE WITH SLITS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing a honeycomb structure with slits which enables accurate and precise boring of the slits for breaking only an object cell row and which is suitable for mass production.

SOLUTION: In this method for manufacturing the honeycomb structure having a plurality of cell rows wherein a large number of cells are juxtaposed and being equipped with the slits which are bored along the cell rows and communicate with external space, a slit boring member 4 is jugged forth to a formed body 3 being extruded in a process of extrusion of the honeycomb structure.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-232615
(P2001-232615A)

(43)公開日 平成13年8月28日(2001.8.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
B 2 8 B 3/26		B 2 8 B 3/26	A 4 G 0 5 4
B 0 1 J 35/02		B 0 1 J 35/02	N 4 G 0 6 9
			F

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2000-46530(P2000-46530)

(22)出願日 平成12年2月23日(2000.2.23)

(71)出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72)発明者 日高 美彦

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日
本碍子株式会社内

(72)発明者 高木 哲二

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日
本碍子株式会社内

(74)代理人 100088616

弁理士 渡邊 一平

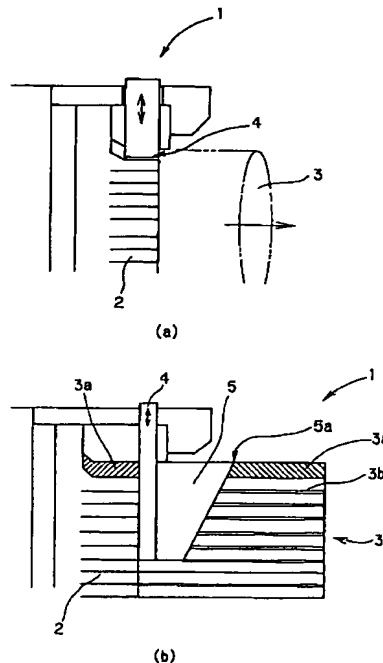
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スリット付きハニカム構造体の製造方法及び製造装置

(57)【要約】

【課題】 目的のセル列のみを破断するという正確・精密なスリット穿設が可能であり、かつ、大量生産に適するスリット付きハニカム構造体の製造方法を提供する。

【解決手段】 多数のセルが並列する複数のセル列を有し、かつ、セル列に沿って穿設された、外部空間と連通するスリットを備えたスリット付きハニカム構造体の製造方法である。ハニカム構造体の押出成形工程において、押出されつつある成形体3に対しスリット穿設部材4を突出させることにより、スリット5を穿設する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数のセルが並列する複数のセル列を有し、かつ、当該セル列に沿って穿設された、外部空間と連通するスリットを備えたスリット付きハニカム構造体の製造方法であって、

ハニカム構造体の押出成形工程において、押出されつつある成形体に対しスリット穿設部材を突出させることにより、スリットを穿設することを特徴とするスリット付きハニカム構造体の製造方法。

【請求項2】 セルの形成と同時に、押出成形によりスリットを穿設する請求項1に記載のスリット付きハニカム構造体の製造方法。

【請求項3】 セルの形成後に、切削加工によりスリットを穿設する請求項1に記載のスリット付きハニカム構造体の製造方法。

【請求項4】 押出されつつある成形体の位置を検知し、スリット穿設部材の動作を制御する請求項1～3のいずれか一項に記載のスリット付きハニカム構造体の製造方法。

【請求項5】 多数のセルが並列する複数のセル列を有し、かつ、当該セル列に沿って穿設された、外部空間と連通するスリットを備えたスリット付きハニカム構造体を製造するための製造装置であって、ハニカム構造体の押出用口金を有する押出成形機と、前記押出用口金の近傍に配設され、押出されつつある成形体のスリットを穿設すべきセル列に沿って突出するスリット穿設部材とを有することを特徴とするスリット付きハニカム構造体の製造装置。

【請求項6】 スリット穿設部材を、押出用口金内部に突出するように配置した請求項5に記載のスリット付きハニカム構造体の製造装置。

【請求項7】 スリット穿設部材を、押出用口金外部に突出するように配置した請求項5に記載のスリット付きハニカム構造体の製造装置。

【請求項8】 スリット穿設部材が、Jバイトである請求項7に記載のスリット付きハニカム構造体の製造装置。

【請求項9】 押出されつつある成形体の位置を検知するための検知手段、及びスリット穿設部材の動作を制御するための制御手段を有する請求項5～8のいずれか一項に記載のスリット付きハニカム構造体の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、多数のセルが並列する複数のセル列を有するハニカム構造体の製造方法及び製造装置に関し、詳しくはセル列に沿って穿設された、外部空間と連通するスリットを備えたスリット付きハニカム構造体の製造方法及び製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ハニカム構造体は、基材に対し多数の

セルが並列する複数のセル列を形成した構造体であり、軽量高強度の構造材（航空機用等）、通気量が大きい触媒担体（自動車排ガス浄化用等）などの他、微小な細孔を有するセラミック多孔質体を基材とした場合には、単位体積あたりの濾過面積が大きい集塵フィルタ、固液分離フィルタとしても利用されている。

【0003】 上述の用途は、外部空間と隔離された複数のセルを有するというハニカム構造体の特徴によるものであるが、ある特定の用途においては、セルの一部を意図的に破断して外部空間と連通するスリットを設ける場合がある。

【0004】 例えば図2に示すハニカム構造体21は、被処理液をセル23内に注入し、基材22の細孔を透過した濾過液のみを外部空間に流出させることにより、基材22の細孔より粒径が大なる不溶物を除去する固液分離フィルタであるが、複数のセル列26のうち一部のセル列26aに沿ってセル23の一部を意図的に破断し、外部空間と連通するスリット24を設けている（以下、このようなハニカム構造体を「スリット付きハニカム構造体」という。）。

【0005】 このような固液分離フィルタでは基材22内側、即ち中心部近傍のセルで濾過された濾過液がスリット24から直接外部空間に流出するため、濾過液が基材22の細孔内を移動する距離を短縮でき、濾過の際の流動抵抗を小さくすることができる。従って、フィルタを大型化した場合であっても、透水量が低下することがなく、充分な濾過処理能力を確保できるという利点がある。また、スリット24を穿設したセル列26aの基材開口端をガラス等からなる封止部材25で目封じすれば、濾過液が被処理液に汚染されることもない。

【0006】 従来、上述のようなスリット付きハニカム構造体は、例えばセラミック坯土を押出成形し、乾燥・焼成した後、①ハニカム構造体の両端面（セル開口面）のスリットを穿設すべきセル列間を結ぶように構造体外側面にけがきを行い、当該けがき部分をマイクログラインダ、ドリル等で切削してスリットを穿設する方法（以下「第1の方法」という）、或いは②ハニカム構造体のセル開口面からスリットを穿設すべきセル列の状態を目視しつつ、砥石などで当該セル列に沿って切り込みスリットを穿設する方法（以下「第2の方法」という）により製造されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、第1の方法は、けがきという煩雑な手作業を要することに加え、たとえけがき部分を正確に切削しても目的とするセル列のみを破断できず、隣接するセル列を破断したり、セル壁を削ってしまう等の加工ミスの可能性が高かった。これは押出成形時や成形体の乾燥・焼成時の収縮、変形に起因してセル列にも歪み、変形を生ずる場合が多く、構造体両端面（セル開口面）のスリットを穿設すべ

きセル列を結ぶ線上に必ずしも当該セル列が存在しないからである。

【0008】 即ち、第1の方法は、大量生産に適する簡便な方法でないことに加え、正確・精密なスリット穿設が困難であるという問題があった。正確・精密なスリット穿設が困難であると、微細構造を有するハニカム構造体（例えばセル孔径2〜3mm、セル壁厚さ0.5mm程度）へのスリット穿設が困難である点において好ましくない。

【0009】 一方、第2の方法は、セル列を目視しながらスリットを穿設するため、第1の方法と比較して加工ミスは少ないものの、目視しながら構造体端面を切り込むという煩雑な手作業を要するという問題点があった。即ち、第2の方法は、正確・精密なスリット穿設は可能であるものの、大量生産に適する簡便な方法ではないという問題があった。

【0010】 また、第2の方法は、構造体両端面にスリットを穿設せざるを得ないため構造体両端部の機械的強度が低下するという問題があった。構造体両端部の機械的強度が低下すると、構造体両端部をシール部分として固定する固液分離フィルタとし使用した場合に、装着時の歪みや衝撃、寸法公差上の曲げ応力、シールの面圧等によりフィルタが破損し易い点において好ましくない。

【0011】 更に、第1の方法、第2の方法とも、焼成後に硬化し、緻密化したハニカム構造体を対象とするため、スリットの穿設が困難であるという問題があった。また、第2の方法は、乾燥・焼成前の成形体を対象とすることも考えられるが、乾燥・焼成時に構造体両端部の収縮、変形が大きくなり、固液分離フィルタとし使用した場合に、シール不良を生ずるおそれがある点において好ましくない。

【0012】 以上説明してきたように、従来の製造方法は、いずれもスリット穿設の正確性・精密性と、大量生産に適する方法の簡便さを兼ね備えたものではなく、充分満足できるものではなかった。

【0013】 本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであって、目的のセル列のみを破断するという正確・精密なスリット穿設が可能であり、かつ、大量生産に適するスリット付きハニカム構造体の製造方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】 本発明者らが鋭意検討した結果、ハニカム構造体の押出成形工程においてスリット穿設部材を突出させるスリット穿設方法を採用することにより、従来技術の問題点が解決可能であることに想到して本発明を完成した。

【0015】 即ち、本発明によれば、多数のセルが並列する複数のセル列を有し、かつ、当該セル列に沿って穿設された、外部空間と連通するスリットを備えたスリ

ット付きハニカム構造体の製造方法であって、ハニカム構造体の押出成形工程において、押出されつつある成形体に対しスリット穿設部材を突出させることにより、スリットを穿設することを特徴とするスリット付きハニカム構造体の製造方法が提供される。

【0016】 本発明の製造方法においては、セルの形成と同時に、押出成形によりスリットを穿設することができ、セルの形成後に、切削加工によりスリットを穿設してもよい。また、本発明の製造方法においては、押出されつつある成形体の位置を検知し、スリット穿設部材の動作を制御することが好ましい。

【0017】 また、本発明によれば、多数のセルが並列する複数のセル列を有し、かつ、当該セル列に沿って穿設された、外部空間と連通するスリットを備えたスリット付きハニカム構造体を製造するための製造装置であって、ハニカム構造体の押出用口金を有する押出成形機と、前記押出用口金の近傍に配設され、押出されつつある成形体のスリットを穿設すべきセル列に沿って突出するスリット穿設部材とを有することを特徴とするスリット付きハニカム構造体の製造装置が提供される。

【0018】 本発明の製造装置は、スリット穿設部材を押出用口金内部に突出するように配置することができ、押出用口金外部に突出するように配置してもよい。スリット穿設部材を押出用口金外部に突出するように配置する場合には、スリット穿設部材がJバイトであることが好ましい。

【0019】 また、本発明の製造装置は、押出されつつある成形体の位置を検知するための検知手段、及びスリット穿設部材の動作を制御するための制御手段を有するものが好ましい。

【0020】

【発明の実施の形態】 本発明の製造方法は、ハニカム構造体の押出成形工程において、押出されつつある成形体に対しスリット穿設部材を突出させることにより、スリットを穿設することを特徴とする。本発明の方法は、目的のセル列のみを破断するという正確・精密なスリット穿設が可能であり、かつ、大量生産にも適する簡便な方法である。以下、本発明について詳細に説明する。

【0021】 1. 製造方法

本発明の製造方法の第1の特徴は、ハニカム構造体の押出成形工程において、スリットを穿設する点にある。このような方法は、硬化し、緻密化した乾燥体・焼結体ではなく、比較的軟らかい生の成形体を対象とするので加工が容易である。また、押出成形とスリット穿設が同時に行えるため、乾燥体・焼結体を別途スリット穿設する場合と比較して加工時間や加工の手間を削減できる。

【0022】 更に、図2に示すようにスリット穿設セル列26aを目封じする場合には、焼結体にスリット穿設する場合とは異なり、成形体の焼成と封止部材25の焼成を同時に行えるため、焼成工程1回分加工工数が少

ない。即ち、生産性が高く、大量生産にも適する方法である。従来技術の第1の方法においても、スリットを穿設すべきセル列を予め目封じした後、焼成すれば成形体の焼成と封止部材の焼成を同時に行うことが可能である。但し、この場合には目封じ後にスリットを穿設することになるため、スリット穿設時の切削屑等の除去が困難となる点において好ましくない。

【0023】 本発明の製造方法の第2の特徴は、押出されつつある成形体に対し、スリットを穿設する点にある。このような方法は、ハニカム構造体のセル形成と同時に、或いはセル形成の直後にスリットを穿設することになるため、目的のセル列にスリット穿設部材を位置合わせし易く、また、押出成形後に別途スリットを穿設する場合と比較して、押出成形時や成形体の乾燥・焼成時の収縮、変形の影響を受け難い。

【0024】 従って、隣接するセル列を破断したり、セル壁を削ってしまう等の加工ミスの可能性が低く、目的とするセル列のみを破断するという正確・精密なスリット穿設が可能である。このような方法によれば、構造体外周面にけがきを行ったり、或いは目視しながら構造体端面を切り込むといった煩雑な手作業を伴わないため、自動化も可能であり大量生産にも適する。

【0025】 本発明の製造方法の第3の特徴は、スリット穿設部材を突出させることにより、スリットを穿設する点にある。このような方法は、押出されつつある成形体の位置とスリット穿設部材の突出のタイミングにより構造体の長さ方向の任意の位置に、任意の長さでスリットを穿設できるため、構造体の中央部にもスリットを設けることが可能である。

【0026】 従って、構造体両端部の機械的強度が低下し、或いは収縮・変形が大きくなるという問題を回避でき、固液分離フィルタ用のスリット付きハニカム構造体の製造に特に好適に用いることができる。

【0027】 なお、スリット穿設部材を突出させるのではなく、押出成形用口金に固定した場合には、図3に示すように成形体32の外周面全域にスリット34が穿設されてしまうため、成形体32の機械的強度が低下し、押出成形、ハンドリングの際の破損や、乾燥・焼成時の応力集中による破損が回避できない点において好ましくない。

【0028】 構造体の長さ方向の任意の位置に正確にスリットを穿設するためには、押出されつつある成形体の位置を検知し、スリット穿設部材の動作を制御することが好ましい。

【0029】 「押出されつつある成形体の位置を検知する」方法としては、具体的には、①成形体の位置をセンサ等により直接的に検知する方法や、②セラミック坯土の押出量、押出時間等の条件から換算して間接的に検知する方法等が挙げられる。検知した位置に応じてスリット穿設部材の動作、即ちその突出及び格納のタイミン

グを制御することにより構造体の長さ方向の任意の位置に正確にスリットを穿設することが可能となる。

【0030】 本発明の製造方法においては、押出されつつある成形体のスリットを穿設すべきセル列に沿ってスリット穿設部材を突出させればよい。ハニカム構造体のセル形成と同時にスリット穿設部材を突出させた場合には、スリット穿設部材は押出用口金の一部をなし、押出成形によりスリットを穿設することができる。セル形成の直後にスリット穿設部材を突出させた場合には、押し出されつつある成形体の切削加工によりスリットを穿設することになる。

【0031】 なお、通常は1のセル列に沿ってスリット穿設部材を突出させ、当該セル列のみを破断するが、隣接する複数のセル列に沿ってスリット穿設部材を突出させ、当該複数のセル列を同時に破断してもよい。

【0032】 本発明の製造方法においては、スリットの深さは特に限定されず、構造体外周面近傍のみに設けてもよく、場合によっては構造体を貫通させても良い。また、スリットはハニカム構造体の1のセル列の長さ方向に複数本、或いは複数のセル列のうちの1列のみならず何列かに穿設することが可能である。

【0033】 スリットの長さは特に限定されないが、機械的強度を考慮して1のセル列における総スリット長さは構造体全長の $1/3$ 以下とすることが好ましく、1のセル列に複数本のスリットを穿設する場合にはスリット同士の間隔を1のスリット長さの $1/10$ 以上とすることが好ましい。

【0034】 また、各スリットの長さは一定である必要はなく、例えば構造体内側ほど短く、外周面側に近づくにつれて長くなるように構成しても良い。このような構成は固液分離フィルタとして用いる場合に濾過液を効率的に外部空間に排出可能となる点において有用である。固液分離フィルタは、構造体内側ではスリットに排出される濾過液が少なく、構造体外周側に近づくに連れて多数のセルからの濾過液が収束し、その量が増加するからである。

【0035】 2. 製造装置

本発明の製造方法は、例えばハニカム構造体の押出用口金を有する押出成形機と、前記押出用口金の近傍に配設された、成形押出成形体のスリットを穿設すべきセル列に沿って可動するスリット穿設部材とを有する製造装置により達成することができる。

【0036】 (1) 押出成形機

一般に、押出成形機とは、押出機と押出用口金とを備え、押出機に投入した成形原料を押出用口金から押し出すことにより、連続的に所望形状の成形体を得ることが可能な成形機をいう。本発明の製造装置においては、押出機の種類は特に限定されず、例えば単軸、2軸、或いは多軸のスクリュウ押出機やブランチー押出機等の従来公知の押出機を好適に用いることができる。

【0037】 本発明の製造装置における押出用口金は、ハニカム構造体の外形に対応する内壁、及び図4に示すように多数のセルに対応するセルブロック48が並列した形状（即ち、ハニカム構造体と相補的な形状）であることが必要である。セルブロック48が図裏面側から押し出される成形原料を堰き止めることにより、多数のセルが形成される。なお、本発明においては、セラミック粉末、バインダ、溶媒の他、必要により界面活性剤、可塑剤等を添加し、混練してなるセラミック坯土を成形原料として使用する。

【0038】(2)スリット穿設部材

本発明の製造装置におけるスリット穿設部材は、押出されつつある生の成形体にスリットを穿設するための部材である。従って、乾燥体・焼結体を加工対象とする場合とは異なり、高速度鋼の刃をロウ付けしたバイトやダイヤモンドを電着した砥石のような硬度は不要であり、また、グラインダやドリルのように回転体である必要もない。

【0039】 スリット穿設部材は押出用口金の近傍に配設することが必要である。押出成形時や成形体の乾燥・焼成時の収縮、変形の影響をできる限り排除し、目的のセル列にスリット穿設部材を位置合わせし易くするためである。具体的には、押出用口金のセルブロックのうち、スリットを穿設すべきセル列に対応するセルブロックが並列する方向に、スリット穿設部材が突出するように構成すれば、セル列とスリットの位置が一致し、目的のセル列のみに正確・精密なスリットを穿設することが可能となる。

【0040】 スリット穿設部材は押出用口金の近傍に配設されている限り、押出用口金外部に突出するように配置しても、押出用口金内部に刃物が突出するように配置してもよく、場合によっては双方に突出するように構成しても良い。口金外部にスリット穿設部材を突出させるように配置する場合には、スリット穿設部材は切削刃物として機能し、セルの形成後に、切削加工によりスリットが穿設されることになる。

【0041】 一方、口金内部にスリット穿設部材を突出させる場合には、スリット穿設部材は押出用口金の一部をなし、その部分の坯土を堰き止める役割を果たすため、セルの形成と同時に、押出成形によりスリットが穿設されることになる。この場合、図1(a)に示すようにスリット穿設部材4の先端部がセルブロックに当接する位置にスリット穿設部材4を配置すれば、ハニカム構造体の外壁部のみにスリットを設けることができ、図1(b)に示すようにセルブロックの後段にスリット穿設部材4を配置すれば、ハニカム構造体の外壁部3aのみならず内部にもスリット5を設けることが可能となる。

【0042】 スリット穿設部材の厚みは、スリット穿設部材によりセル壁を破損しないようセル孔径と同等以下とすることが好ましく、隣接する複数のセル列を同時

に破断する場合にあっては、最外列のセル壁を破損しない厚みとすることが好ましい。

【0043】 本発明においては、押し出されつつある成形体に対してスリットを穿設するため、スリット穿設部材は坯土の押出圧力に屈しない程度の剛性が必要である。剛性が低い場合には、スリット穿設部材が坯土の押出圧力に屈して変形し、隣接するセル列を破断したり、セル壁を削ってしまう等の加工ミスの可能性があるからである。成形体押出方向に長さを有する形状（例えば、長方形、正方形）は当該方向に対する剛性が高い点において好ましい。

【0044】 本発明の製造方法は、押出されつつある成形体の位置とスリット穿設部材の突出のタイミングにより任意の長さでスリットを穿設できるため、スリット穿設部材の長さでスリットの長さが一致している必要はない。従って、上述の剛性が確保されている限りにおいて、スリット穿設部材としては、成形体押出方向に長さを持たないピン形状のものも使用できる。

【0045】 スリット穿設部材の刃先形状は特に限定されないが、図5(a)～(c)に示すように成形体押出方向に対する断面形状としては円形、長方形、クサビ型等が挙げられる。刃先形状が長方形やくさび形のような角部を有する形状においては成形体乾燥時・焼成時にスリット縁端部からクラックが進展することを防止するため、角部をテーパ形状やR形状とすることが好ましい。

【0046】 また、スリット穿設部材突出方向に対する先端断面形状としては、図6(a)～(d)に示すように円形、長方形、半リング型、くさび型等が挙げられる。

【0047】 なお、図6(e)に示すように部材突出方向に対する先端断面形状41を成形体42の外周面と一致する形状とすると、スリット穿設部材の刃先（先端部）が成形体に同時に食い込み、スリット端部の形状を正確に形成できる点において好ましい。本発明においては押し出されつつある成形体に対してスリット穿設部材を突出させるため、図6(f)に示すように先端断面形状43が成形体42と一致しない形状の場合には刃先の図左側のエッジが先に成形体に食い込む。従って、スリットの端部が鋭角に形成されてしまい、スリット端部の形状を正確に形成することができないという不具合があるからである。

【0048】 スリット穿設部材を押出用口金外部に突出するように配置する場合には、スリット穿設部材がJバイトであることが好ましい。スリット穿設部材を口金外部に突出させる場合は、押し出されつつある成形体に対し切削加工によりスリットを穿設することになるため、発生した切削屑（クレ）がスリット穿設部材にまとわりつき刃先の加工抵抗が増加するという問題があるからである。刃先の加工抵抗が増加すると、スリット形状

が歪み、或いはスリット両側のセル壁を破損させる点において好ましくない。

【0049】 図6(g)に示す如くJバイト45は、成形体押出方向に対して中空部46を有しているため、中空部46で切削屑を掻き取り、除去することが可能である点において好ましい。なお、口金内部に突出させる場合はスリット穿設部材が押出用口金の一部をなし、押出成形によりスリットを穿設するため、このような問題は生じない。

【0050】 スリット穿設部材は、成形体の一方のサイドのみから突出するように配置しても良い。但し、この場合には、スリット穿設部材が長くなり、撓みを生じ易くなることに起因して、スリット形状が歪み、或いはスリット両側のセル壁を破損させるおそれがある。成形体の両サイドから成形体内側に向かって突出するように配置すれば、このような不具合が少なく、また、構造体内側ほど短く、外周面側に近づくにつれて長くなるスリットを設けることが可能である点においても好ましい。

【0051】 スリット穿設部材の突出・格納や突出深さの調整は、エアシリンダの他に、油圧シリンダや電動シリンダ等により行うことができる。スリット穿設部材51の最大突出深さを制限するために、図7に示す如くストッパ54を設けてもよい。

【0052】 本発明の製造装置は、押出されつつある成形体の位置を検知するための検知手段、及びスリット穿設部材の動作を制御するための制御手段を有するものが好ましい。検知した位置に応じてスリット穿設部材の動作（突出及び格納）を制御することにより成形体の長さ方向の任意の位置に、任意の長さのスリットを穿設することが可能となるからである。

【0053】 検知手段としては、成形体の位置を検知するセンサ、セラミック坏土の押出量を検知するセンサ、セラミック坏土の押出時間を検知するタイマ等が挙げられる。

【0054】 例えば図8に示す製造装置61は、成形体の押出方向に連続して配置した複数のセンサにより成形体の先端位置を検知し、センサS1、S3の検知信号によりスリット穿設部材を突出させ、センサS2、S4の検知信号により格納する制御を可能としたものである。製造装置61によれば両端部の近傍に各々スリットが穿設された成形体を得ることができる。スリット穿設後には、センサS5の検知信号により坏土の押出が停止され、成形体の末端部が口金63近傍で切断される。

【0055】 3. 適用対象

本発明の製造方法は、多数のセルが並列する複数のセル列を有するハニカム構造体、具体的には、各セルを無作為に形成したものではなく、ハニカム構造体のセル開口面から見た場合において多数のセルが少なくとも構造体の1方向に並列した「セル列」を複数列有するものの製造方法である。

【0056】 上記条件を満たす限りにおいて、本発明の製造方法を適用できる構造体の形状、材質、サイズ、セル形状、セル孔径、セル間隔（セル壁厚さ）等の条件は特に限定されない。例えば基材形状は断面形状が円形、正方形、長方形、或いは六角形などの筒状体とすることができ、基材材質はアルミナ、チタニア、ムライト、ジルコニア、コーゼライト、或いはこれらの混合物など、種々のセラミック材料の中から目的に応じて適宜選択すればよい。

【0057】 セルの形状についても、円形、四角形、五角形、六角形をはじめとする種々の形状を用いることができ、場合によっては図4のようなセルブロックを用いることにより複数のセル形状を適宜組み合わせても良い。

【0058】 但し、スリット穿設セル列のセル形状は四角形であることが好ましい。四角セルはスリット穿設部材の突出方向に対してセルの内壁が直線的に構成されるため、スリット穿設部材がセルの内壁に沿って前進し易く、隣接するセル列を破断したり、セル壁を削ってしまふ等の加工ミスを防止できるからである。

【0059】 4. 用途

スリット付きハニカム構造体は、既述のように固液分離フィルタとして特に好適に用いることができる。例えば、本発明の製造方法により製造されたハニカム成形体を乾燥し、スリット穿設セル列の開口端を目封じして焼成し、必要に応じてスリット穿設列以外のセル内周面にディッピング法等によりセラミック濾過膜を形成することにより、固液分離フィルタとすることができる。

【0060】 また、スリット付きハニカム構造体の別の用途として、熱交換器としての利用が考えられる。従前は図12(a)に示す如くハニカム構造体のセル105をそのまま熱経路として使用し、ハニカム構造体のブロック102を交差・積層することにより熱交換器101としていたが、図12(b)に示すようなスリット付きハニカム構造体によれば、端部を封止部材106で目封じしたスリット104穿設セル列とその他のセル105を交差する熱経路として使用し、1つの構造体で熱交換器103を構成することが可能だからである。即ち、本発明の製造方法は、このような熱交換器を一体的に製造できるという利点を有する。

【0061】

【実施例】 以下、本発明の製造方法を実施例により更に詳細に説明する。但し、本発明は下記の実施例により限定されるものではない。

【0062】 実施例、比較例とも、成形原料としては平均粒径150μmのアルミナ粉末、有機バインダ、水を添加し混練してなるセラミック坏土を使用した。押出機としてはプランジャー押出機を、押出用口金としては、内径が180mmの中空円形で、当該中空部に、対辺長さ3mmの六角形状のセルブロックを3.6mmピッチで配置

したものを使用した。当該押出用口金によれば約2000個のセルが形成されたハニカム成形体を得ることができ、成形体の押出長さは1000mmとした。

【0063】スリットは、実施例、比較例ともハニカム構造体の両端部から各々30～100mmの部分に、セル列6列おきに9本ずつ穿設し、いずれもハニカム構造体を貫通する貫通スリットとした。即ち、1基のハニカム構造体につき合計18本（9本×端部2箇所）のスリットを穿設した。

【0064】①加工ミス

1基のハニカム構造体に18本のスリットを穿設する際に生じた、隣接するセル列の破断、セル壁の誤削等の加工ミスの箇所を計数した。加工ミスがなかった場合は◎、加工ミスが1箇所でもあった場合は×として評価した。

【0065】②溝幅精度

実施例1～3についてはスリットを穿設した成形体を乾燥した後、スリットの溝幅を測定した。比較例1については乾燥体にスリットを穿設し、そのままスリットの溝幅を測定した。1.5mm以上、2.5mm以内の場合は◎、2.5mm超、3.0mm以下の場合は△、その他の場合は×として評価した。

【0066】③加工時間

1基のハニカム構造体に18本のスリットを穿設するために要した時間を測定した。別途、加工時間を必要としない場合は◎、別途、加工時間を必要とした場合は×として評価した。

【0067】（実施例1）図1（b）に示すようにスリット穿設部材として幅2.4mm×長さ6.7mmの平板体4を使用し、当該スリット穿設部材が押出用口金2内部 *

＊に、かつ、成形体3の両サイドから成形体3内側に向かって突出するように配置した製造装置1を用い、押出成形工程においてスリットの穿設を行った。その結果を表1及び表2に示す。なお、図1（b）の製造装置は、作図の便宜上、成形体の一方のサイドのスリット穿設部材のみを図示したものであり、他方のサイドは捨象してある。図9～図11の製造装置についても同様である。

【0068】（実施例2）図9に示すようにスリット穿設部材として2.4mmφのピン74を使用し、当該スリット穿設部材が押出用口金72内部に、かつ、成形体73の両サイドから成形体73内側に向かって突出するように配置した製造装置71を用い、押出成形工程においてスリットの穿設を行った。その結果を表1及び表2に示す。

【0069】（実施例3）図10に示すようにスリット穿設部材として幅2.4mmのJバイト84を使用し、当該スリット穿設部材が押出用口金82外部に、かつ、成形体83の両サイドから成形体83内側に向かって突出するように配置した製造装置81を用い、押出成形工程においてスリット85の穿設を行った。その結果を表1及び表2に示す。

【0070】（比較例1）スリットを穿設していない成形体を乾燥後、ハニカム構造体93の両端面（セル開口面）のスリットを穿設すべきセル列間を結ぶように構造体93外側面にけがきを行い、当該けがき部分をダイヤモンドを電着した研削砥石94で切削してスリット95を穿設した。その結果を表1及び表2に示す。

【0071】

【表1】

	加工方法	加工時期	スリット穿設部材
実施例1	押出成形	押出成形時	平板体
実施例2	押出成形	押出成形時	ピン
実施例3	切削加工	押出成形時	Jバイト
比較例1	切削加工	乾燥・焼成後	研削砥石

【0072】

【表2】

	加工ミス (箇所)	溝幅精度 (mm)	加工時間 (分)	ツール寿命	作業の繁雑さ	コスト	総合判定
実施例1	0	1.5~2.0	0	長	自動、けがなし	低	◎
実施例2	0	1.5~2.0	0	長	自動、けがなし	低	◎
実施例3	0	2.0~2.4	0	長	自動、けがなし	低	◎
比較例1	7	2.8~3.0	32	短	手動、けがあり	高	×

【0073】(結果)

①加工ミス

実施例1～3については加工ミスは全く生じなかったのに対し、比較例1ではセル壁を削ってしまう加工ミスが7箇所発生した。

【0074】②溝幅精度

実施例1～3については、実施例1、2において乾燥後にややスリット幅の縮小が認められたものの実用上問題はなく、いずれも溝幅精度は良好であった。比較例1についてはセル壁を削ってしまう加工ミスのため、セル壁を破りそうになったものもあり、溝幅精度は低かった。

【0075】③加工時間

実施例1～3においては押出成形とスリット穿設を同時に行うため、スリットを穿設するための加工時間を必要としないのに対し、比較例1においては18本(9本×2箇所)のスリットを目視しながら1本ずつ穿設するため

に別途32分の時間を必要とした。

【0076】④その他

比較例1においては硬化した乾燥体にスリットを穿設するため研削砥石の寿命が短かった。一方、実施例1～3はいずれも生の成形体を加工対象とするため、スリット穿設部材の寿命はいずれも長かった。中でも実施例1の平板体が最も寿命が長く、実施例2のピン、実施例3のJバイトがこれに次いだ。

- 10 【0077】 また、実施例1～3においては自動化された製造装置によりスリット穿設を行うため加工に際し特別な作業を必要としないのに対し、比較例1は構造体外周面にけがきを行い、かつ、目視しながら構造体を切削する必要があり作業が繁雑であった。更に、比較例1はハニカム構造体1基あたりの加工時間が長く、ツール寿命が短く、作業が繁雑であることに起因して、加工コストが高かった。

- 20 【0078】 以上の各項目を総合的に評価すると、実施例1～3が全体的に良好な結果を示したのに対し、比較例1は加工精度、加工時間、ツール寿命、作業の繁雑さ、コストの全ての項目において問題があった。

【0079】

【発明の効果】 以上説明したように本発明の製造方法及び製造装置は、目的のセル列のみを破断する正確・精密なスリット穿設が可能であり、かつ、大量生産にも適するものである。

【図面の簡単な説明】

- 30 【図1】 本発明の製造方法の一の実施例を示すスリット部分の概略断面図であり、(a)は成形体外壁部のみにスリットを穿設する方法、(b)は成形体内部にスリットを穿設する方法を示す。

【図2】 スリット付きハニカム構造体の一の実施態様を示す概略図であって、(a)はセル部分の拡大図、(b)は全体形状の斜視図である。

【図3】 スリット付きハニカム構造体の別の実施態様を示す概略図であって、(a)は全体形状の斜視図、(b)はセル部分の拡大図である。

【図4】 押出用口金の形状を示す概略図である。

【図5】 スリット穿設部材の刃先形状を示す概略図(a)～(c)である。

- 40 【図6】 スリット穿設部材の刃先形状を示す概略図(a)～(g)である。

【図7】 本発明の製造装置の一の実施態様を示す概略図である。

【図8】 本発明の製造装置の検知手段の一の実施態様を示す概略図である。

【図9】 本発明の製造方法の別の実施例を示すスリット部分の概略断面図である。

【図10】 本発明の製造方法の更に別の実施例を示す概略図である。

- 50 【図11】 従前の製造方法の一の実施例を示す概略図

である。

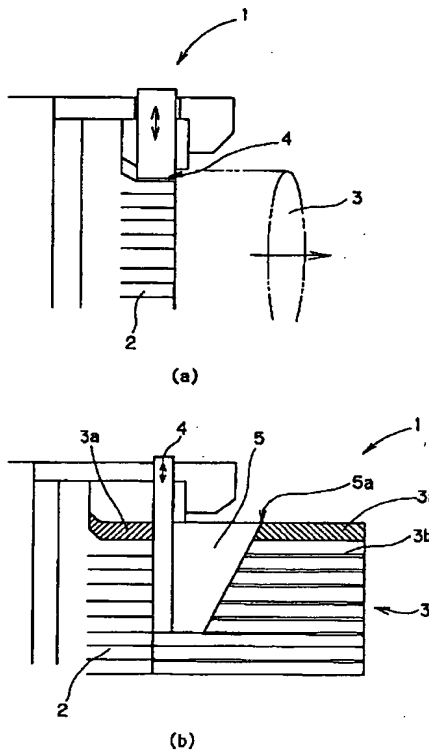
【図12】 熱交換器を示す概略図であって、(a)は従前の熱交換器、(b)はスリット付きハニカム構造体を利用した熱交換器である。

【符号の説明】

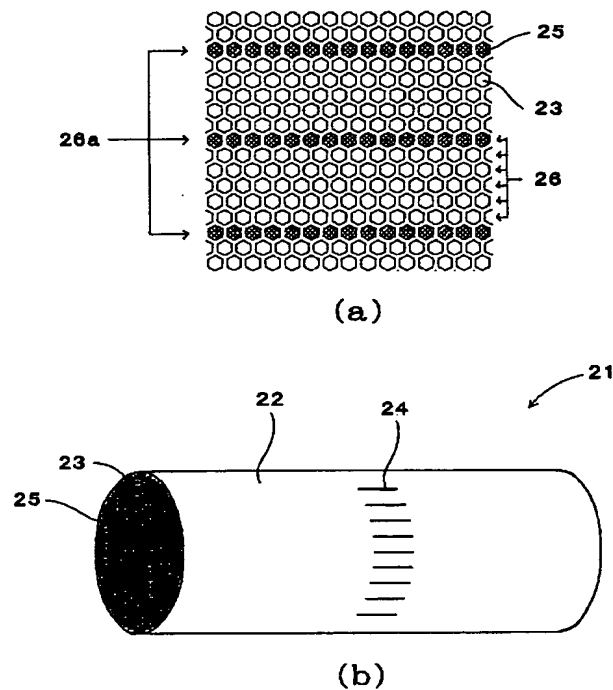
1…製造装置、2…押出用口金、3…成形体(3a…外壁部、3b…セル壁)、4…スリット穿設部材(平板体)、5…スリット(5a…スリット端部)、21…ハニカム構造体、22…基材、23…セル、24…スリット、25…封止部材、26…セル列(26a…スリット穿設セル列)、31…ハニカム構造体、32…基材、33…セル、34…スリット、35…封止部材、41、43…先端断面形状、42…成形体、45…Jバイト、4*

*6…中空部、48…セルブロック、51…スリット穿設部材、52…押出用口金、53…エアシリンダ、54…ストップ、61…製造装置、62…押出機、63…押出用口金、64…コンベア、S1、S2、S3、S4、S5…センサ、71…製造装置、72…押出用口金、73…成形体(73a…外壁部、73b…セル壁)、74…スリット穿設部材(ピン)、75…スリット(75a…スリット端部)、81…製造装置、82…押出用口金、83…成形体、84…スリット穿設部材(Jバイト)、85…スリット、86…切削屑(クレ)、93…成形体、94…研削砥石、95…スリット、101、103…熱交換器、102…ハニカム構造体のブロック、104…スリット、105…セル、106…封止部材。

【図1】

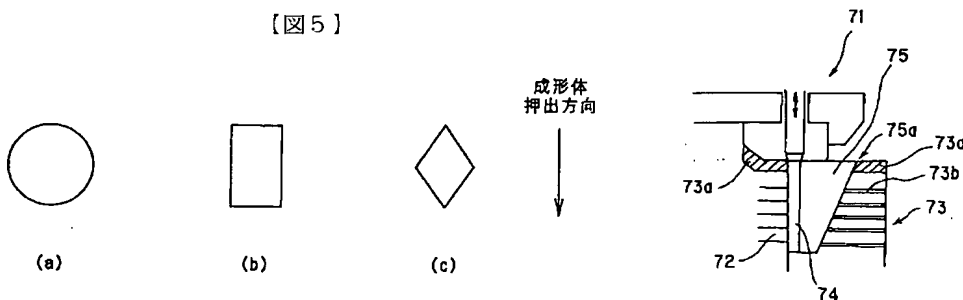


【図2】

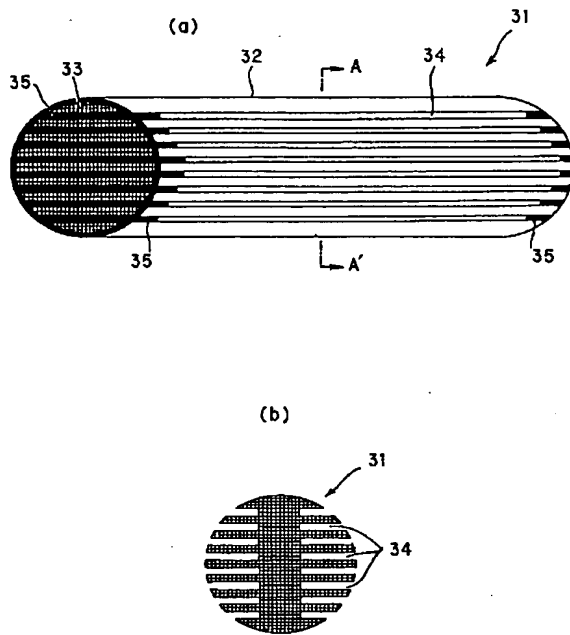


【図9】

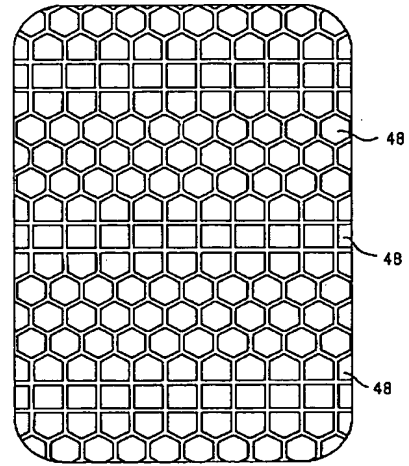
【図5】



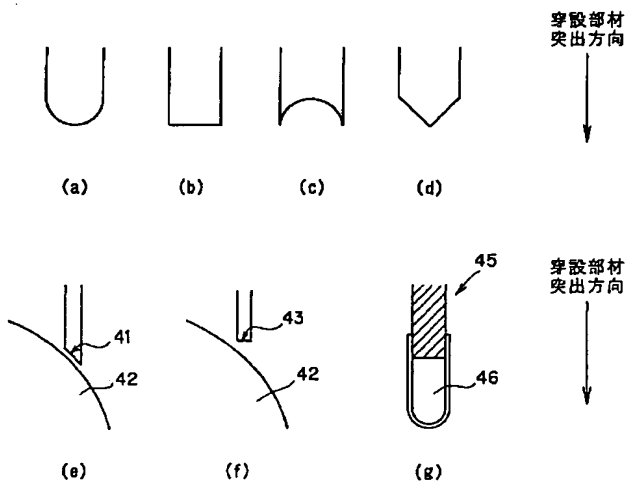
【図 3】



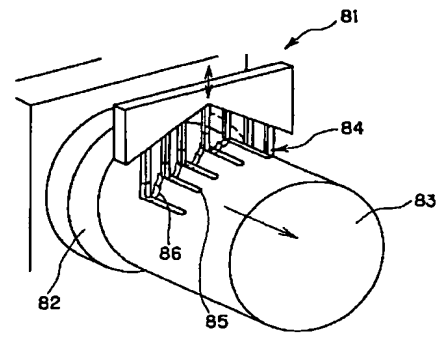
【図 4】



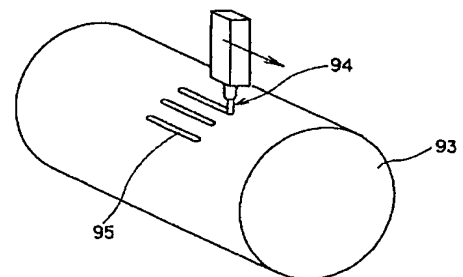
【図 6】



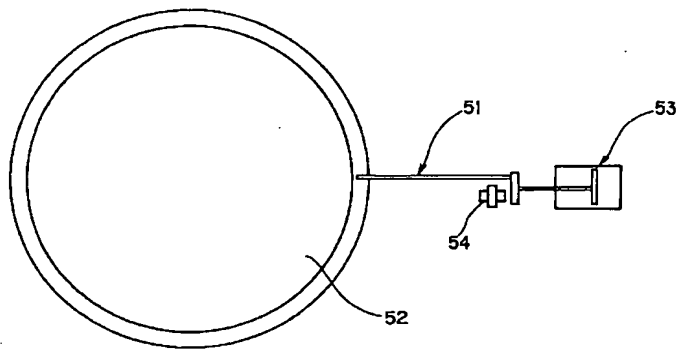
【図 10】



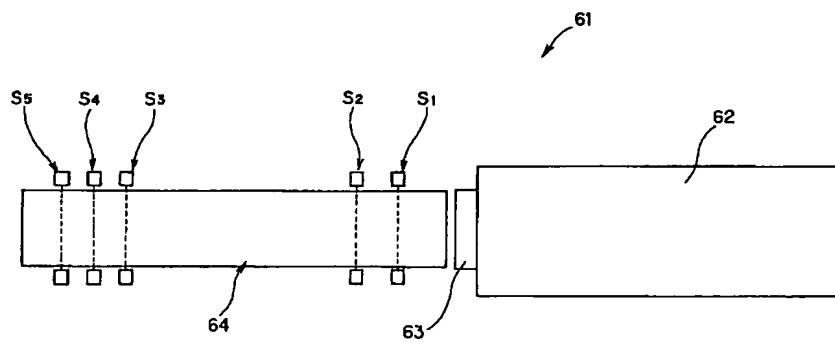
【図 11】



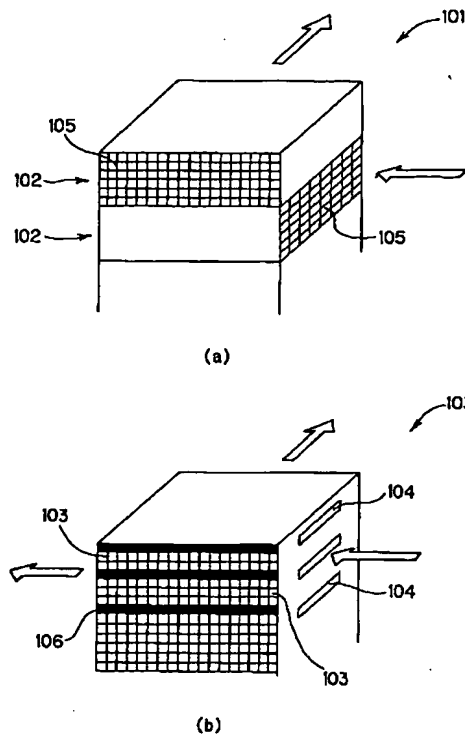
【図7】



【図8】



【図12】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4G054 AA05 AB09
4G069 AA01 AA08 BA01B CA02
CA03 EA19 EA26 EA28 EB04
EB12Y EB14Y EB17Y FA01
FB67 FB76 FB79

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.